

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-256876
 (43)Date of publication of application : 12.09.2003

(51)Int.Cl.

G06T 17/40
 G01B 11/00
 G06T 1/00
 G06T 3/00
 H04N 5/262

(21)Application number : 2002-057838

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 04.03.2002

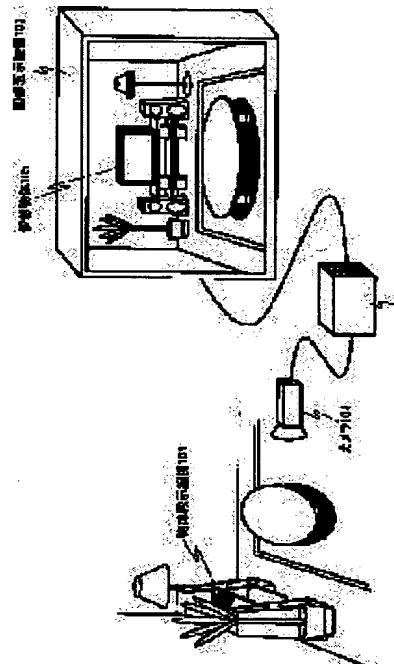
(72)Inventor : ABE YUICHI
 IMAIZUMI RYUICHI

(54) DEVICE AND METHOD FOR DISPLAYING COMPOSITE SENSE OF REALITY, RECORDING MEDIUM AND COMPUTER PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To present a virtual real world where the harmony of an appearance such as the size or color of a real object and the surrounding environment is realized without disposing any real object in a real space.

SOLUTION: An object indicating index where a plurality of markers which have respective identification information and the mutual positional relations of which are already known are disposed is photographed with a camera, the object indicating index is specified on the basis of the photographed image, and three-dimensional position/attitude disposed in a real space is obtained. Furthermore, a three-dimensional model corresponding to the detected identification information is disposed at the three-dimensional position/attitude obtained from the object indicating index in the virtual space so that the composite real space can be prepared.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-256876
(P2003-256876A)

(43)公開日 平成15年9月12日 (2003.9.12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト [*] (参考)
G 0 6 T 17/40		G 0 6 T 17/40	G 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	H 5 B 0 5 0
G 0 6 T 1/00	2 8 0	G 0 6 T 1/00	2 8 0 5 B 0 5 7
3/00	3 0 0	3/00	3 0 0 5 C 0 2 3
H 0 4 N 5/262		H 0 4 N 5/262	

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願2002-57838(P2002-57838)

(22)出願日 平成14年3月4日 (2002.3.4)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 阿部 友一

東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株式会社ソニー木原研究所内

(72)発明者 今泉 竜一

東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株式会社ソニー木原研究所内

(74)代理人 100093241

弁理士 宮田 正昭 (外2名)

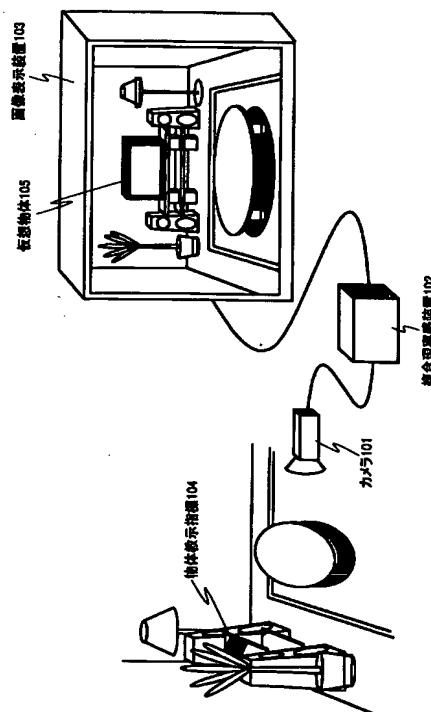
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 複合現実感表示装置及び方法、記憶媒体、並びにコンピュータ・プログラム

(57)【要約】

【課題】 現実空間に実物体を配置することなく実物体の大きさや色などといった外観と周囲環境との調和が図られた仮想現実世界をユーザーに提示する。

【解決手段】 それぞれ識別情報を持つとともに互いの位置関係が既知である複数のマーカが配設された物体表示指標をカメラで撮影して、この撮影画像を基に物体表示指標を特定するとともに、現実空間に配置された3次元位置・姿勢を取得する。さらに、仮想空間において、検出した識別情報に対応する3次元モデルを、物体表示指標から求められた3次元位置・姿勢に配置することによって、複合現実空間を作成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】仮想物体を現実空間に合成して表示する複合現実感表示装置であって、
物体教示指標を含んだ現実空間上のシーンを捕捉する画像入力部と、
前記画像入力部による入力画像を基に前記物体教示指標の空間的位置及び姿勢を計算する位置・姿勢計算部と、
前記画像入力部による入力画像を基に前記物体教示指標が持つ識別情報を認識して対応する現実物体を認識する物体認識部と、
前記物体認識部により認識された現実物体についての3次元モデルからなる仮想物体を前記位置・姿勢計算部により算出された空間的な位置及び姿勢に応じて回転・移動させて入力画像上に合成する画像合成部と、を具備することを特徴とする複合現実感表示装置。

【請求項2】前記画像合成部は、前記物体認識部により認識された現実物体に関する料金や仕様、あるいはその他の関連情報を入力画像上にさらに合成する、ことを特徴とする請求項1に記載の複合現実感表示装置。

【請求項3】さらに前記物体教示指標までの距離を測定する距離測定部を備え、
前記画像合成部は、前記距離測定部により得られた距離に基づいて前記仮想物体に陰面処理を適用する、ことを特徴とする請求項1に記載の複合現実感表示装置。

【請求項4】前記物体教示指標には光学的識別情報が配設されており、
前記物体認識部は、入力画像から光学的識別情報を抽出して物体の識別情報を取得する、ことを特徴とする請求項1に記載の複合現実感表示装置。

【請求項5】前記物体教示指標には互いの位置関係が既知である複数の光学的識別情報が配設されており、
前記位置・姿勢計算部は、入力画像から光学的識別情報を抽出して、該入力画像における各光学的識別情報の検出位置に基づいてその空間的な位置及び姿勢を算出する、ことを特徴とする請求項1に記載の複合現実感表示装置。

【請求項6】前記物体教示指標には互いの位置関係が既知である複数の点滅光源が配設されて、各点滅光源は識別情報又はその他のデータを光の点滅パターンに符号化して送信する、ことを特徴とする請求項1に記載の複合現実感表示装置。

【請求項7】前記物体認識部は、入力画像を基に各点滅光源からの点滅パターンを抽出するとともにこれらを復号化して前記物体教示指標が持つ識別情報を認識する、ことを特徴とする請求項6に記載の複合現実感表示装置。

【請求項8】前記位置・姿勢計算部は、入力画像を基に各点滅光源からの点滅パターンを抽出しこれらを復号化して各々を識別するとともに、該入力画像における各点滅光源の検出位置に基づいてその空間的な位置及び姿勢

を算出する、ことを特徴とする請求項6に記載の複合現実感表示装置。

【請求項9】仮想物体を現実空間に合成して表示する複合現実感表示方法であって、
物体教示指標を含んだ現実空間上のシーンを捕捉する画像入力ステップと、

前記画像入力ステップにおける入力画像を基に前記物体教示指標の空間的位置及び姿勢を計算する位置・姿勢計算ステップと、
前記画像入力ステップにおける入力画像を基に前記物体教示指標が持つ識別情報を認識して対応する現実物体を認識する物体認識ステップと、
前記物体認識ステップにおいて認識された現実物体についての3次元モデルからなる仮想物体を前記位置・姿勢計算ステップにおける算出された空間的な位置及び姿勢に応じて回転・移動させて入力画像上に合成する画像合成ステップと、を具備することを特徴とする複合現実感表示方法。

10 前記画像入力ステップにおける入力画像を基に前記物体教示指標が持つ識別情報を認識して対応する現実物体を認識する物体認識ステップと、

前記物体認識ステップにおいて認識された現実物体についての3次元モデルからなる仮想物体を前記位置・姿勢計算ステップにおいて算出された空間的な位置及び姿勢に応じて回転・移動させて入力画像上に合成する画像合成ステップと、を具備することを特徴とする複合現実感表示方法。

20 【請求項10】前記画像合成ステップでは、前記物体認識ステップにおいて認識された現実物体に関する料金や仕様、あるいはその他の関連情報を入力画像上にさらに合成する、ことを特徴とする請求項9に記載の複合現実感表示方法。

【請求項11】さらに前記物体教示指標までの距離を測定する距離測定ステップを備え、

前記画像合成ステップでは、前記距離測定ステップにおいて得られた距離に基づいて前記仮想物体に陰面処理を適用する、ことを特徴とする請求項9に記載の複合現実感表示方法。

30 【請求項12】前記物体教示指標には光学的識別情報が配設されており、

前記物体認識ステップでは、入力画像から光学的識別情報を抽出して物体の識別情報を取得する、ことを特徴とする請求項9に記載の複合現実感表示方法。

【請求項13】前記物体教示指標には互いの位置関係が既知である複数の光学的識別情報が配設されており、

前記位置・姿勢計算ステップでは、入力画像から光学的識別情報を抽出して、該入力画像における各光学的識別情報の検出位置に基づいてその空間的な位置及び姿勢を算出する、ことを特徴とする請求項9に記載の複合現実感表示方法。

40 【請求項14】前記物体教示指標には互いの位置関係が既知である複数の点滅光源が配設されて、各点滅光源は識別情報又はその他のデータを光の点滅パターンに符号化して送信する、ことを特徴とする請求項9に記載の複合現実感表示方法。

【請求項15】前記物体認識ステップでは、入力画像を基に各点滅光源からの点滅パターンを抽出するとともにこれらを復号化して前記物体教示指標が持つ識別情報を認識する、ことを特徴とする請求項14に記載の複合現

実感表示方法。

【請求項16】前記位置・姿勢計算ステップは、入力画像を基に各点滅光源からの点滅パターンを抽出しそれらを復号化して各々を識別するとともに、該入力画像における各点滅光源の検出位置に基づいてその空間的な位置及び姿勢を算出する、ことを特徴とする請求項14に記載の複合現実感表示方法。

【請求項17】仮想物体を現実空間に合成して表示するための処理をコンピュータ・システム上で実行するよう記述されたコンピュータ・ソフトウェアをコンピュータ可読形式で物理的に格納した記憶媒体であって、前記コンピュータ・ソフトウェアは、

物体教示指標を含んだ現実空間上のシーンを捕捉する画像入力ステップと、

前記画像入力ステップにおける入力画像を基に前記物体教示指標の空間的位置及び姿勢を計算する位置・姿勢計算ステップと、

前記画像入力ステップにおける入力画像を基に前記物体教示指標が持つ識別情報を認識して対応する現実物体を認識する物体認識ステップと、

前記物体認識ステップにおいて認識された現実物体についての3次元モデルからなる仮想物体を前記位置・姿勢計算ステップにおいて算出された空間的な位置及び姿勢に応じて回転・移動させて入力画像上に合成する画像合成ステップと、を具備することを特徴とする記憶媒体。

【請求項18】仮想物体を現実空間に合成して表示するための処理をコンピュータ・システム上で実行するよう記述されたコンピュータ・プログラムであって、

物体教示指標を含んだ現実空間上のシーンを捕捉する画像入力ステップと、

前記画像入力ステップにおける入力画像を基に前記物体教示指標の空間的位置及び姿勢を計算する位置・姿勢計算ステップと、

前記画像入力ステップにおける入力画像を基に前記物体教示指標が持つ識別情報を認識して対応する現実物体を認識する物体認識ステップと、

前記物体認識ステップにおいて認識された現実物体についての3次元モデルからなる仮想物体を前記位置・姿勢計算ステップにおいて算出された空間的な位置及び姿勢に応じて回転・移動させて入力画像上に合成する画像合成ステップと、を具備することを特徴とするコンピュータ・プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータやネットワーク上で実装された仮想空間上で実世界の様相を組み込む複合現実感表示装置及び方法、記憶媒体、並びにコンピュータ・プログラムに係り、特に、ユーザが存在する場所や実世界オブジェクトの実空間上の位置・姿

勢などの実世界状況を積極的に利用して仮想空間を現実世界に拡張する複合現実感表示装置及び方法、記憶媒体、並びにコンピュータ・プログラムに関する。

【0002】さらに詳しくは、本発明は、現実空間に実物体を配置することなく実物体の大きさや色などといった外観と周囲環境との調和が図られた仮想現実世界をユーザに提示する複合現実感表示装置及び方法、記憶媒体、並びにコンピュータ・プログラムに係り、特に、実物体を模倣した仮想物体を現実空間に合成して表示する複合現実感表示装置及び方法、記憶媒体、並びにコンピュータ・プログラムに関する。

【0003】

【従来の技術】情報処理技術や情報通信技術が高度に発達した現代においては、パソコン・コンピュータや携帯情報端末を始めとする情報機器がオフィスや家庭内などの実世界上のいたるところに遍在する。このような環境下では、機器どうしを接続して、いつでもどこでも欲しい情報を入手する「ユビキタス (Ubiquitous) ・コンピューティング」や、実世界の状況（実世界の事物やユーザの位置など）を積極的に利用した拡張現実システム（Augmented Reality : AR）の実現が期待される。

【0004】ユビキタス・コンピューティングの概念は、人がどこに移動しても利用できるコンピュータの環境が同じであることである。すなわち、「いつでもどこでも」なのだから、究極のユビキタス・コンピューティングは、必ずしもコンピュータやPDA (Personal Digital Assistant) や携帯電話機などの情報端末を必要とはしない。

【0005】また、拡張現実システムによれば、ユーザの位置などの実世界状況を利用したサービスを提供することができる。この場合、ユーザは携帯端末を保持するだけで、システムはユーザの近傍や視界中にある実世界の事物に応じた情報を提示して、ネットワーク上にある膨大な情報を利用して日常生活のあらゆる局面を支援することができる。例えば、ショッピング・モールでカメラ付き携帯端末をかざしてCDショップを訪ねると、お薦めの新譜が端末上で表示される。また、レストランの看板を見ると、料理の感想が表示される。

【0006】例えば、家庭内の家具や電化製品、インテリアなどを購入する際、それらが部屋の大きさに合っているのか、部屋や他の家具などの色と調和しているのかなど、実際に購入する前に調べたいことが多々ある。また、部屋の模様替えを行う際、実際に家具や家電製品、インテリアなどの配置をいろいろと変更し、試したいものである。

【0007】ユーザが現実世界でのみ生活する場合、購入前に実際に自宅の部屋に実物を配置することは困難である。また、一般に家具や電化製品、インテリアなどは大きく重いので、実際に実物を動かしたり、室内でさまざまな配置を試みることは重労働であり現実的でない。

【0008】これに対し、コンピュータ上に実際の住居を模倣した3次元の仮想住居を構築して、この仮想住居の中に家具や電化製品、インテリアなどの3次元モデルを配置して、さまざまな視点から住居を眺めることができるようにアプリケーションが考案されている。これらのアプリケーションは、近年におけるコンピュータの処理速度の向上や、3次元コンピュータ・グラフィックス（3DCG）技術の発展に伴い、リアリティ溢れる表現力を可能にしている。

【0009】しかしながら、これらの仮想現実アプリケーションを実際に利用する場合、いくつかの問題点がある。

【0010】まず、自分が住んでいる部屋のモデルを構築しなければならない点である。住んでいる部屋の間取りを、瞬時に、かつ正確に作成できる人は稀であり、一般にはメジャー等で実際に部屋を計測したり、家を購入する際に入手した間取り図を参考に構築しなければならない。概略的な部屋の雰囲気を表現したいのであれば大まかな部屋モデルで十分であるが、家具や電化製品、インテリアなどのサイズを調べるには正確な部屋モデルの構築が不可欠となる。

【0011】また、住居を模倣するには所有している家具や電化製品、インテリアなどの3次元モデルが必要であるが、これらの完全なモデルを作成あるいは入手することは困難であり、複数の3次元モデル素材の中から最も近似しているモデルを選択するのが現状である。このため、現実の住居とは異なる仮想住居が構築されてしまう。

【0012】さらに、コンピュータの処理速度の向上とともに、CG技術が発展し、表現力が格段に向上されたとは言え、現実と見間違えるような表現は難しく、可能であっても多大な計算時間を要するのがほとんどである。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、コンピュータやネットワーク上で実装された仮想空間上で実世界の様相を組み込むことができる、優れた複合現実感表示装置及び方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することにある。

【0014】本発明のさらなる目的は、ユーザが存在する場所や実世界オブジェクトの実空間上の位置・姿勢などの実世界状況を積極的に利用して仮想空間を現実世界に拡張することができる、優れた複合現実感表示装置及び方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することにある。

【0015】本発明のさらなる目的は、現実空間に実物体を配置することなく実物体の大きさや色などといった外観と周囲環境との調和が図られた仮想現実世界をユーザに提示することができる、優れた複合現実感表示装置及び方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供する

ことにある。

【0016】本発明のさらなる目的は、実物体を模倣した仮想物体を現実空間に合成して表示することができる、優れた複合現実感表示装置及び方法、並びにコンピュータ・プログラムを提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段及び作用】本発明は、上記課題を参考してなされたものであり、その第1の側面は、仮想物体を現実空間に合成して表示する複合現実感

10 表示装置又は方法であって、物体教示指標を含んだ現実空間上のシーンを捕捉する画像入力部又はステップと、前記画像入力部又はステップによる入力画像を基に前記物体教示指標の空間的位置及び姿勢を計算する位置・姿勢計算部又はステップと、前記画像入力部又はステップによる入力画像を基に前記物体教示指標が持つ識別情報を認識して対応する現実物体を認識する物体認識部又はステップと、前記物体認識部又はステップにより認識された現実物体についての3次元モデルからなる仮想物体を前記位置・姿勢計算部又はステップにより算出された空間的な位置及び姿勢に応じて回転・移動させて入力画像上に合成する画像合成部又はステップと、を具備することを特徴とする複合現実感表示装置又は方法である。

【0018】本発明の第1の側面に係る複合現実感表示装置又は方法によれば、物体教示指標をカメラで撮影して、この撮影画像を基に物体教示指標が持つ識別情報を取得するとともに、物体教示指標が現実空間に配置された3次元位置・姿勢を取得する。さらに、仮想空間において、検出した識別情報に対応する3次元モデルを、物体教示指標から求められた3次元位置・姿勢に配置することによって、複合現実空間を比較的短時間で且つ低コストに作成することができる。

【0019】例えば、家庭内の家具や電化製品、インテリアなどを購入する際、それらが部屋の大きさに合っているのか、部屋や他の家具などの色と調和しているのかなど、実際に購入する前に調べたいことが多い。また、部屋の模様替えを行う際、実際に家具や家電製品、インテリアなどの配置をいろいろと変更し、試したいものである。ところが、購入前に実際に自宅の部屋に実物を配置することは困難である。また、一般に家具や電化製品、インテリアなどは大きく重いので、実際に実物を動かしたり、室内でさまざまな配置を試みることは重労働であり現実的でない。

【0020】これに対し、本発明の第1の側面に係る複合現実感表示装置又は方法によれば、家具や家電製品、インテリアなどの現実の物体を配置してみたい場合には、現実の物体に代えて、物体教示指標を設置するだけで、現実空間に実物体を配置することなく実物体の大きさや色などといった外観と周囲環境との調和が図られた仮想現実世界をユーザに提示することができる。

【0021】したがって、ユーザは、実空間上のシーン

に仮想物体が合成された複合現実感画像を基に、家庭内の家具や電化製品、インテリアなどが部屋の大きさに合っているのか、部屋や他の家具などの色と調和しているのかなどを、実際に購入する前に判断することが可能となる。また、家具や電化製品、インテリアなどの仮想物体以外の室内の風景や物体は、カメラから取り込まれた現実の画像をそのまま利用する。すなわち、現実空間について完全なモデルを作成あるいは入手する必要がなく、容易に拡張現実感画像を生成することができる。

【0022】ここで、前記画像合成部又はステップは、前記物体認識部により認識された現実物体に関する料金や仕様、あるいはその他の関連情報を入力画像上にさらに合成するようにしてもよい。

【0023】また、さらに前記物体教示指標までの距離を測定する距離測定部又はステップを備えていてもよい。このような場合、前記画像合成部又はステップは、前記距離測定部又はステップにより得られた距離に基づいて前記仮想物体に陰面処理を適用することにより、より自然な合成画像を得ることができる。

【0024】前記物体教示指標には光学的識別情報が配設されている。光学的識別情報とは、例えば、固有の色、形状、又はバーコードなどのビジュアルコード、あるいは識別情報やその他のデータを符号化した光の点滅パターンなどで構成される。

【0025】このような場合、前記物体認識部又はステップは、入力画像から光学的識別情報を抽出して物体の識別情報を取得することができる。

【0026】また、物体教示指標に互いの位置関係が既知である複数の光学的識別情報を配設するようにしてもよい。このような場合、前記位置・姿勢計算部又はステップは、入力画像から光学的識別情報を抽出して、該入力画像における各光学的識別情報の検出位置に基づいてその空間的な位置及び姿勢を算出することができる。

【0027】例えば、Robert M. Haralick、Chung-nan Lee、Karsten Ottenberg、及びMichael Nolle共著の論文"Analysis and Solutions of The Three Point Perspective Pose Estimation Problem" (In Proceedings of the Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Maui, Hawaii, USA, pp.592-598, 1991) には、対象物体上に配設された既知の3点の位置から該物体の3次元位置及び姿勢を計測する方法について記述されている。したがって、3個以上の光学的識別情報を物体教示指標に配設しておけば、前記位置・姿勢計算部又はステップは、このRobert外著の方法を用いて、入力画像上で抽出される3つの光学的識別情報の検出位置を基に対応する3次元位置及び姿勢を数学的に算出することができる。

【0028】また、加藤博一、Mark Billinghurst、浅野浩一、橋啓八郎共著の論文『マーカー追跡に基づく拡張現実感システムとそのキャリブレーション』(日本バ

ーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.4, No.4, 1999)

には、平行四辺形の各頂点に配置された4つのマーカを基に平行四辺形の3次元位置及び姿勢を計測する方法について記載されている。したがって、平行四辺形の頂点をなす4個以上の光学的識別情報を物体教示指標に配設しておけば、前記位置・姿勢計算部又はステップは、この加藤外著の方法を用いて、入力画像上で抽出される4つの光学的識別情報の検出位置を基に対応する3次元位置及び姿勢を数学的に算出する選択することができる。

【0029】光学的識別情報が光の点滅パターンとして表されている場合には、前記物体認識部又はステップは、入力画像を基に各点滅光源からの点滅パターンを抽出するとともにこれらを復号化して前記物体教示指標が持つ識別情報を認識することができる。

【0030】また、このような場合、前記位置・姿勢計算部又はステップは、入力画像を基に各点滅光源からの点滅パターンを抽出しこれらを復号化して各々を識別するとともに、該入力画像における各点滅光源の検出位置に基づいてその空間的な位置及び姿勢を算出することができる。

【0031】また、本発明の第2の側面は、仮想物体を現実空間に合成して表示するための処理をコンピュータ・システム上で実行するように記述されたコンピュータ・ソフトウェアをコンピュータ可読形式で物理的に格納した記憶媒体であって、前記コンピュータ・ソフトウェアは、物体教示指標を含んだ現実空間上のシーンを捕捉する画像入力ステップと、前記画像入力ステップにおける入力画像を基に前記物体教示指標の空間的位置及び姿勢を計算する位置・姿勢計算ステップと、前記画像入力ステップにおける入力画像を基に前記物体教示指標が持つ識別情報を認識して対応する現実物体を認識する物体認識ステップと、前記物体認識ステップにおいて認識された現実物体についての3次元モデルからなる仮想物体を前記位置・姿勢計算ステップにおいて算出された空間的な位置及び姿勢に応じて回転・移動させて入力画像上に合成する画像合成ステップと、を具備することを特徴とする記憶媒体である。

【0032】本発明の第2の側面に係る記憶媒体は、例えば、さまざまなプログラム・コードを実行可能な汎用コンピュータ・システムに対して、コンピュータ・ソフトウェアをコンピュータ可読な形式で提供する媒体である。このような媒体は、例えば、DVD (Digital Versatile Disc) やCD (Compact Disc) 、FD (Flexible Disk) 、MO (Magneto-Optical disc) などの着脱自在で可搬性の記憶媒体である。あるいは、ネットワーク(ネットワークは無線、有線の区別を問わない)などの伝送媒体などを経由してコンピュータ・ソフトウェアを特定のコンピュータ・システムに提供することも技術的に可能である。

【0033】また、本発明の第2の側面に係る記憶媒体

は、コンピュータ・システム上で所定のコンピュータ・ソフトウェアの機能を実現するための、コンピュータ・ソフトウェアと記憶媒体との構造上又は機能上の協働的関係を定義したものである。換言すれば、本発明の第2の側面に係る記憶媒体を介して所定のコンピュータ・ソフトウェアをコンピュータ・システムにインストールすることによって、コンピュータ・システム上では協働的作用が発揮され、本発明の第1の側面に係る複合現実感表示装置又はその方法と同様の作用効果を得ることができる。

【0034】また、本発明の第3の側面は、仮想物体を現実空間に合成して表示するための処理をコンピュータ・システム上で実行するようにコンピュータ可読形式で記述されたコンピュータ・プログラムであって、物体教示指標を含んだ現実空間上のシーンを捕捉する画像入力ステップと、前記画像入力ステップにおける入力画像を基に前記物体教示指標の空間的位置及び姿勢を計算する位置・姿勢計算ステップと、前記画像入力ステップにおける入力画像を基に前記物体教示指標が持つ識別情報を認識して対応する現実物体を認識する物体認識ステップと、前記物体認識ステップにおいて認識された現実物体についての3次元モデルからなる仮想物体を前記位置・姿勢計算ステップにおいて算出された空間的な位置及び姿勢に応じて回転・移動させて入力画像上に合成する画像合成ステップと、を具備することを特徴とするコンピュータ・プログラムである。

【0035】本発明の第3の側面に係るコンピュータ・プログラムは、コンピュータ・システム上で所定の処理を実現するようにコンピュータ可読形式で記述されたコンピュータ・プログラムを定義したものである。換言すれば、本発明の第3の側面に係るコンピュータ・プログラムをコンピュータ・システムにインストールすることによって、コンピュータ・システム上では協働的作用が発揮され、本発明の第1側面に係る複合現実感表示装置又はその方法と同様の作用効果を得ることができる。

【0036】本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施形態や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳解する。

【0038】本発明に係る複合現実感表示システムは、実世界上に存在する物理オブジェクトに対して複数の光学的な識別情報を取り付けるとともに、これを2次元イメージ・センサを利用して撮影して画像処理・画像認識により、オブジェクトの同定するとともにその3次元的な位置や姿勢などのオブジェクトが持つ実世界状況を基にした拡張現実（AR：Augmented Reality）サービスを実現するものであり、例えば、現実空間の一部が仮想世界に拡張された複合現実感画像を提供する。

【0039】実世界オブジェクトに取り付ける光学的な識別情報として、色の空間パターンに符号化されたビジュアル・コードの他に、LEDのような点滅する光源からなる光学信号を利用することができる。後者の場合、距離に応じてデータが変化しない点滅パターンなどの時系列の光学信号に符号化して、データを送信することができる。

【0040】また、イメージ・センサは、例えばCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor：相補性金属酸化膜半導体）センサやCCD（Charge Coupled Device：電荷結合素子）センサなどのように、無数の受光素子すなわち画素が2次元アレイ上に配置された構成であり、光学信号並びにその空間的情報を全画素でデコードする。イメージ・センサは、普通のカメラとしてシーンを撮影するとともに、そのイメージ・センサの視界中に配置された光学信号を長距離から受信することができる。したがって、光学的な識別情報を備えた実世界オブジェクトを、実世界状況を発信するための送信機としても利用することができる。

【0041】実世界オブジェクトに取り付けられる複数の光学的識別情報は、互いに識別可能であるだけでなく、互いの空間的な位置関係があらかじめ分かっているものとする。このような場合、空間的な解像度を持つ測定装置により実世界オブジェクトを認識することにより、単にその実世界オブジェクトを同定するだけでなく、その3次元的な位置や姿勢などを測定することができる。実世界オブジェクトが持つ空間的な位置や姿勢は、言わば実世界状況に相当する。

【0042】したがって、実世界オブジェクトの3次元位置・姿勢の計測結果を実世界の状況（実世界の事物やユーザの位置など）として積極的に利用することにより、拡張現実システム（Augmented Reality：AR）の実現に役立てることができる。

【0043】拡張現実システムによれば、ユーザの位置などの実世界情報を利用したサービスを提供することができる。この場合、ユーザは携帯端末を保持するだけで、システムはユーザの近傍や視界中にある実世界の事物に応じた情報を提示して、ネットワーク上にある膨大な情報をを利用して日常生活のあらゆる局面で支援を享受することができる。例えば、ショッピング・モールでカメラ付き携帯端末をかざしてCDショップを訪ねると、お薦めの新譜が端末上で表示される。また、レストランの看板を見ると、料理の感想が表示される。

【0044】なお、本出願人に既に譲渡されている特願2001-325356号明細書には光学的な形式で識別情報やその他のデータを担持又は伝送する光学信号と、これを捕捉する高速な2次元イメージ・センサを利用することで、空間解像度を持つとともに、遠距離でも利用可能なデータ伝送を実現するデータ通信システムについて開示している。同明細書に記載のデータ通信シス

テムでは、LEDのような点滅する光源を光学信号とし、ビジュアル・コードのように色の空間パターンに符号化するのではなく、距離に応じてデータが変化しない点滅パターンなどの時系列の光学信号に符号化してデータを送信する。イメージ・センサは、例えばCMOSセンサやCCDセンサなどのように無数の受光素子すなわち画素が2次元アレイ上に配置された構成であり、光学信号並びにその空間的情報を全画素でデコードする。したがって、イメージ・センサは、普通のカメラとしてシーンを撮影するとともに、そのイメージ・センサの視界中に配置された光学信号を長距離から受信することができる。

【0045】A. 複合現実感システムの構成

図1には、本発明の一実施形態に係る複合現実感システムの構成を模式的に示している。同図に示すように、このシステムは、カメラ101と、複合現実感装置102と、画像表示装置103と、物体教示指標104とで構成される。

【0046】物体教示指標104には、物体の3次元位置・姿勢計測を可能にするため、それぞれ識別可能な複数個のマーカが取り付けられている（後述）。各マーカは、それぞれ固有の色、形状、パターン、又は光の点滅パターンなどからなる視覚的な識別情報を持ち、マーカ毎に識別可能であるとする。また、各マーカが持つこれらの視覚的識別情報や各マーカ間の空間的な位置関係は、複合現実感システムにおいて既知であるとする。

【0047】カメラ101は、例えばレンズ歪などのない理想的なピンホール・レンズを使用して、CCDやCMOSなどの2次元イメージ・センサにより物体教示指標104を含む風景やその他のシーンを撮像することができる。カメラ101により撮像された画像フレームは空間的分解能を持つ受信データとして複合現実感装置102に入力される。

【0048】複合現実感装置102は、例えばパーソナル・コンピュータ（PC）などの計算機システムで構成され、USB（Universal Serial Bus）あるいはその他の外部インターフェースを介してカメラ101を接続して、撮影画像をコンピュータ・ファイルの形式で取り込むことができる。該装置102上では、画像フレーム中からマーカ検出に基づく3次元位置・姿勢計測処理を行なうアプリケーションが起動しており、物体教示指標103を含むシーン画像からマーカを3次元位置及び入力画像上の位置を基にその3次元位置及び姿勢などの実世界状況を測定する。そして、複合現実感装置102は、実世界状況に応じた拡張現実感サービス（後述）を提供する。

【0049】図1に示す例では、物体教示指標104は、リビング内でスピーカに挟まれたテレビ台の上に配置されて、仮想的にテレビ受像機（以下、「テレビ」とする）の存在を代行する。このとき、カメラ101を用

いて物体教示指標104を含んだ領域（シーン）が撮影される。

【0050】カメラ101で取得された画像データは、空間分解能を持ち、複合現実感装置102へ入力されて、物体教示指標104の識別情報とその空間的位置や姿勢が抽出される。そして、抽出された物体教示指標104の識別情報に対応した仮想物体105（ここではテレビの3次元モデル）を入力された画像データに合成して、画像表示装置103に出力する。このとき、テレビの3次元モデルは、物体教示指標104から得られた空間的位置や姿勢などの実世界状況に基づいて現実空間の座標系にマッピングされる。

【0051】このようにして、カメラ101からの入力画像を表示出力する画像表示装置103の表示スクリーン上には、実際に存在しない仮想物体105（テレビ）が現実空間を撮影した画像上に現れる（重畳表示される）。したがって、ユーザは、現実空間内に家具や電化製品などの実物体を配置することなく、その大きさや色などといった外観が周囲環境に調和しているかを表示することができる。

【0052】図2には、本実施形態に係る複合現実感装置102のハードウェア構成を模式的に示している。

【0053】メイン・コントローラであるCPU（Central Processing Unit）1は、オペレーティング・システム（OS）の制御下で、各種のアプリケーションを実行する。

【0054】本実施形態では、CPU1は、例えば、カメラ101の撮影画像のような空間的解像度を持つデータを基に物体教示指標104の空間的な位置や姿勢を計測するための3次元位置・姿勢計測アプリケーションや、物体教示指標104の空間的な位置や姿勢などを始めとする実世界オブジェクトについての実世界状況を利用した拡張現実感（AR）サービスを提供するARサービス・アプリケーションなどを実行することができる。

【0055】図示の通り、CPU1は、バス8によって他の機器類（後述）と相互接続されている。

【0056】主メモリ2は、CPU1において実行されるプログラム・コードをロードしたり、実行プログラムの作業データを一時保管するために使用される記憶装置であり、例えばDRAM（Dynamic RAM）のような半導体メモリが使用される。例えば、カメラ101の撮影画像のような空間的解像度を持つデータを基に物体教示指標104の空間的な位置や姿勢を計測するための3次元位置・姿勢計測アプリケーションや、物体教示指標104の空間的な位置や姿勢などを始めとする実世界オブジェクトについての実世界状況に応じた拡張現実感（AR）サービスを提供するARサービス・アプリケーションなどが主メモリ2にロードされる。また、カメラ101による撮影画像に基づく物体教示指標104の空間的位置や姿勢に関する計算結果や、この計算結果から得ら

れた実世界状況に応じて生成される各種のARサービス・コンテンツ（例えば、家具や電化製品、インテリアなど仮想物体の3次元モデル）などが作業データとして主メモリ2に一時的に格納される。

【0057】また、ROM (Read Only Memory) 3は、データを恒久的に格納する半導体メモリであり、例えば、起動時の自己診断テスト (POST : Power On Self Test) や、ハードウェア入出力用のプログラム・コード (BIOS : Basic Input/Output System) などが書き込まれている。

【0058】ディスプレイ・コントローラ4は、CPU1が発行する描画命令を実際に処理するための専用コントローラである。ディスプレイ・コントローラ4において処理された描画データは、例えばフレーム・バッファ（図示しない）に一旦書き込まれた後、CRT (Cathode Ray Tube : 陰極線管) ディスプレイやLCD (Liquid Crystal Display : 液晶表示ディスプレイ) などからなる画像表示装置103によって画面出力される。

【0059】画像表示装置103の表示画面は、一般に、ユーザからの入力内容やその処理結果、あるいはエラーその他のシステム・メッセージをユーザに視覚的にフィードバックする役割を持つ。また、本実施形態においては、画像表示装置103の表示画面には、物体教示指標104に対応した仮想物体105をカメラ101による撮影画像に合成した拡張現実感シーンのようなARサービス・コンテンツなどを表示出力するために利用される。ここで言うARサービス・コンテンツには、例えば、家具や電化製品、インテリアなど仮想物体の3次元モデルがカメラ101による撮影画像に組み込まれた複合現実感画像を挙げることができる。複合現実感画像の生成方法の詳細については後述に譲る。

【0060】入力機器インターフェース5は、キーボード12やマウス13などのユーザ入力機器を複合現実感装置102に接続するための装置である。

【0061】キーボード12やマウス13は、データやコマンドなどのユーザ入力をシステムに取り込む役割を持つ。本実施形態では、キーボード12やマウス13は、3次元位置・姿勢計測アプリケーションの起動、ARサービス・アプリケーションの起動、ARサービスの指定などをユーザが指示するために使用される。

【0062】ネットワーク・インターフェース6は、Ethernet (登録商標) などの所定の通信プロトコルに従って、システム102をLAN (Local Area Network) などの局所的ネットワーク、さらにはインターネットのような広域ネットワークに接続することができる。

【0063】ネットワーク上では、複数のホスト端末（図示しない）がトランスペアレントな状態で接続され、分散コンピューティング環境が構築されている。ネットワーク上では、ソフトウェア・プログラムやデータ

・コンテンツなどの配信サービスを行なうことができる。例えば、カメラ101の撮影画像のような空間的解像度を持つデータを基に物体教示指標104の空間的な位置や姿勢を計測するための3次元位置・姿勢計測アプリケーションや、撮影画像から検出された複数点のマーカを基に3次元位置・推定を行なう複数のアルゴリズム（例えばライブラリ化されている）、物体教示指標104の空間的な位置や姿勢などを始めとする実世界オブジェクトについての実世界状況に応じた拡張現実感（AR）サービスを提供するARサービス・アプリケーションなどを、ネットワーク経由でダウンロードすることができる。また、ARサービス・アプリケーションにおいて利用されるARサービス・コンテンツ（例えば、家具や電化製品、インテリアなど仮想物体の3次元モデル）などを、ネットワーク経由で他のホスト装置との間で配信・配布することができる。また、複合現実感画像を提供するARサービスとして、家具や電化製品、インテリアなどの商品を取り扱う場合には、その価格（若しくは拡張現実感サービスの利用料金）や製品仕様、在庫数など、実物体に関する付加情報をネットワーク経由でダウンロードしてもよい。

【0064】外部機器インターフェース7は、ハードディスク・ドライブ (HDD) 14やメディア・ドライブ15などの外部装置を複合現実感装置102に接続するための装置である。

【0065】HDD14は、記憶媒体としての磁気ディスクを固定的に搭載した外部記憶装置であり（周知）、記憶容量やデータ転送速度などの点で他の外部記憶装置よりも優れている。ソフトウェア・プログラムを実行可能な状態でHDD14上に置くことを、プログラムのシステムへの「インストール」と呼ぶ。通常、HDD14には、CPU1が実行すべきオペレーティング・システムのプログラム・コードや、アプリケーション・プログラム、デバイス・ドライバなどが不揮発的に格納されている。例えば、カメラ101の撮影画像のような空間的解像度を持つデータを基に物体教示指標104の空間的な位置や姿勢を計測するための3次元位置・姿勢計測アプリケーションや、物体教示指標104の空間的な位置や姿勢などを始めとする実世界オブジェクトについての実世界状況に応じた拡張現実感（AR）サービスを提供するARサービス・アプリケーションなどを、HDD14上にインストールすることができる。また、撮影画像から検出された複数点のマーカを基に3次元位置・姿勢推定を行なう複数のアルゴリズム（例えばライブラリ化されている）や、ARサービス・アプリケーションにおいて利用されるARサービス・コンテンツ（例えば、家具や電化製品、インテリアなど仮想物体の3次元モデル）などをHDD14上に蓄積しておいてもよい。また、複合現実感画像を提供するARサービスとして、家具や電化製品、インテリアなどの商品を取り扱う場合には、そ

れ

の価格（若しくは拡張現実感サービスの利用料金）や製品仕様、在庫数など、実物体に関する付加情報を蓄積していくてもよい。

【0066】メディア・ドライブ15は、CD (Compact Disc) やMO (Magneto-Optical disc) 、DVD (Digital Versatile Disc) などの可搬型メディアを装填して、そのデータ記録面にアクセスするための装置である。

【0067】可搬型メディアは、主として、ソフトウェア・プログラムやデータ・ファイルなどをコンピュータ可読形式のデータとしてバックアップすることや、これらをシステム間で移動（すなわち販売・流通・配布を含む）する目的で使用される。例えば、カメラ101の撮影画像のような空間的解像度を持つデータを基に物体教示指標104の空間的な位置や姿勢を計測するための3次元位置・姿勢計測アプリケーションや、物体教示指標104の空間的な位置や姿勢などを始めとする実世界オブジェクトについての実世界状況に応じた拡張現実感（AR）サービスを提供するARサービス・アプリケーションなどを、これら可搬型メディアを利用して複数の機器間で物理的に流通・配布することができる。また、撮影画像から検出された複数点のマーカを基に3次元位置・姿勢推定を行なう複数のアルゴリズム（例えばライブラリ化されている）や、ARサービス・アプリケーションにおいて利用されるARサービス・コンテンツ（例えば、家具や電化製品、インテリアなど仮想物体の3次元モデル）などを他の装置との間で交換するために、可搬型メディアを利用することができる。また、複合現実感画像を提供するARサービスとして、家具や電化製品、インテリアなどの商品を取り扱う場合には、その価格（若しくは拡張現実感サービスの利用料金）や製品仕様、在庫数など、実物体に関する付加情報を可搬型メディア経由で流通させてもよい。

【0068】カメラ・インターフェース9は、カメラ101を接続するための装置であり、例えばUSBインターフェースで構成される。あるいはビデオ・キャプチャ・カードのようにカメラ101から動画像を取得するインターフェースで構成されていてもよい。カメラ101は、画素が2次元アレイ上に配置された構成で、物体教示指標104から光学信号並びにその空間的情情報を全画素でデコードする。

【0069】なお、図2に示すような複合現実感装置102の一例は、米IBM社のパソコン・コンピュータ"PC/AT (Personal Computer/Advanced Technology)"の互換機又は後継機である。勿論、他のアーキテクチャで構成されるコンピュータを、本実施形態に係る複合現実感装置102として適用することも可能である。

【0070】図3には、複合現実感装置102上で実行される複合現実感表示の処理手順をフローチャートの形式で示している。この処理手順は、実際には、CPU1

が所定の複合現実感処理アプリケーションを起動して、カメラ101からの入力画像を処理して、画面表示装置103に処理結果を表示出力するという形態で実現される。以下、このフローチャートを参照しながら、複合現実感表示処理について詳解する。

【0071】カメラ101から画像データが入力されると（ステップS1）、別途定義されている「物体教示指標の抽出、その識別情報、3次元位置・姿勢情報の取得」処理ルーチン（後述）により、撮影された画像データ中の物体教示指標104が抽出され、さらにその識別情報並びに3次元位置・姿勢情報が取得される（ステップS2）。

【0072】実世界状況に応じた拡張現実感サービス（ステップS7, S8）において、画像データ中の物体教示指標104の位置にその識別情報に対応した2次元画像を単に重ねて表示する場合には、ステップS2における処理ルーチンでは、物体教示指標104の3次元位置・姿勢情報の取得は省略してもよい。物体教示指標104の識別情報並びに3次元位置・姿勢情報の取得方法は物体教示指標104の態様に依存する処理であるので、後述で物体教示指標104の実施形態とともに詳細に説明する。

【0073】次いで、カメラ101から入力された画像から物体教示指標104が抽出されたかどうかを判定する（ステップS3）。抽出された場合には、後続のステップS4へ進み、抽出された物体教示指標104の識別情報に対応した実物体についての3次元モデルの取得を試みる。

【0074】ここで、3次元モデルは、実物体の販売者あるいは3次元モデル作成サービスを行なう第3者などが実物体を模倣し作成したものであり、例えばハード・ディスク装置14上にあらかじめ格納されていたり、あるいはネットワークを介して所定の情報提供サーバ（例えば、3次元モデル・データベース）から逐次的にダウンロードするようにしてもよい。また、実物体が家具や電化製品、インテリアなどの商品である場合にはその価格（若しくは拡張現実感サービスの利用料金）や製品仕様、在庫数など、実物体に関する付加情報やその他のリアルタイム・コンテンツなどを同時にダウンロードしてもよい。

【0075】次いで、3次元モデルが成功裏に取得されたかどうかを判定する（ステップS5）。

【0076】3次元モデルを無事に取得することができた場合には、さらに次ステップS6に進み、取得した3次元モデルを、先行ステップS2で取得した物体教示指標104の3次元位置・姿勢情報に合わせて回転・移動させる。そして、ステップS1においてカメラ101から入力された現実空間のシーンである画像データと3次元モデルとを合成して、複合現実空間画像を作成する（ステップS7）。このとき、ARサービスに関連する

料金や商品の仕様、在庫数など、実物体に関する付加情報と画像データとをさらに合成してもよい。

【0077】次いで、前ステップS7によって合成された複合現実空間画像を画像表示装置103で表示出力する(ステップS8)。実空間上のシーンに仮想物体が合成された複合現実感画像を基に、家庭内の家具や電化製品、インテリアなどが部屋の大きさに合っているのか、部屋や他の家具などの色と調和しているのかなどを、実際に購入する前に判断することが可能となる。

【0078】また、ステップS3において入力画像から物体教示指標104が抽出されないと判定された場合や、ステップS5において3次元モデルを取得することができなかった場合には、ステップS1で取得された画像データをそのまま画像表示装置103で表示出力するようにもよい。

【0079】次いで、この複合現実感表示処理を続行させるかどうか判定する(ステップS9)。そして、本処理ルーチンを続行するならば、ステップS1へ戻って上述と同様の動作を繰り返し実行する。他方、非続行ならば、ここで本処理ルーチン全体を終了させる。

【0080】本処理ルーチンの終了条件は、例えばキーボード12やマウス13を介したユーザ入力であってもよいし、アプリケーション内であらかじめ定められたルール(例えばゲームにおけるゲーム・オーバー)であってもよい。また、メモリフルなどのハードウェア又はソフトウェア上の制約を終了条件にしてもよい。

【0081】B. 物体教示指標の構成例

(1) 構成例1: 図4には、物体教示指標104の1つの構成例を示している。同図に示すように、物体教示指標104は板状の三角形をしており、その各頂点には光学的に識別可能なマーク105a～105cが配置され

$$R = \begin{bmatrix} \cos \gamma & -\sin \gamma & 0 \\ \sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \beta & 0 & \sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \beta & 0 & \cos \beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}$$

【0086】また、物体教示指標104がカメラ座標系の位置(X_t, Y_t, Z_t)に移動したものとすると、平行移動行列Tは以下のように表される。

【0087】

【数2】

$$T = \begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \\ Z_t \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} X_m \\ Y_m \\ Z_m \end{bmatrix} + T$$

$$= \begin{bmatrix} \cos \gamma & -\sin \gamma & 0 \\ \sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \beta & 0 & \sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \beta & 0 & \cos \beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_m \\ Y_m \\ Z_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \\ Z_t \end{bmatrix}$$

ている。各マーク105a～105cが持つ識別情報の組み合わせにより対応する実物体を特定することができる。また、物体教示指標104には、対応する実物体に関連した情報(例えば、製品型番の文字情報など)が明記(印字)されている。

【0082】各マーク105a～105cは、それぞれ固有の色、形状、パターンなどからなる光学的に一意な識別情報を持ち、マーク毎に識別可能である。また、各マーク105a～105cが持つこれらの視覚的識別情報や各マーク間の空間的な位置関係は、本システムにおいて既知であるとする。したがって、物体教示指標104は、ある実物体に取り付けられることにより、各マーク105a～105cが持つ識別情報の組み合わせによりこのオブジェクトを特定するための情報を与えるとともに、空間的な位置や姿勢などの実世界状況に関する情報を与えることができる。

【0083】一方、複合現実感表示装置102に接続されているカメラ101は、例えばCMOSセンサやCCDセンサなどのように、無数の受光素子すなわち画素が2次元アレイ上に配置されたイメージ・センサ(図示しない)を備えており、物体教示指標104上の各マーク105a～105cに対して空間的な分解能を持つ。

【0084】ここで、物体教示指標104上に配置されているすべてのマーク105a～105cの3次元的な位置関係は既知である。物体教示指標104を例えばX軸回りにα、Y軸回りにβ、Z軸回りにγだけそれぞれ回転したものとすると、計測対象物体101の回転行列Rは以下のように表される。

【0085】

【数1】

【0088】ここで、物体教示指標104の点(X_t, Y_t, Z_t)に位置するマーク105が回転及び平行移動した後、点(X_c, Y_c, Z_c)に変換されたものとする。これらの関係は以下のように表される。

【0089】

【数3】

【0090】上式は物体教示指標104を撮像した画像上から空間的な位置関係が既知である3点のマーカを検出することができれば、連立方程式の解としてR及びT、すなわち物体教示指標104の3次元位置及び姿勢を求められることを示している。例えば、Robert M. Haralick, Chung-nan Lee, Karsten Ottenberg、及びMichael Nolle共著の論文"Analysis and Solutions of The Three Point Perspective Pose Estimation Problem"

(In Proceedings of the Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Maui, Hawaii, USA, pp. 592-598, 1991) には対象物体上に配設された既知の3点の位置から該物体の3次元位置及び姿勢を計測する方法について記述されている。

【0091】なお、点(X_c, Y_c, Z_c)に移動したマーカ105の2次元撮像画像上の座標値(X, Y)は以下の通りとなる。

【0092】

【数4】

$$X = \frac{X_c}{Z_c}$$

$$Y = \frac{Y_c}{Z_c}$$

【0093】したがって、撮像画像上から空間的な位置関係が既知である3点のマーカを検出することができれば、連立方程式の解としてR及びT、すなわち物体教示指標104の3次元位置及び姿勢を数学的な算出により求めることができる。

【0094】また、加藤博一、Mark Billinghurst、浅野浩一、橋啓八郎共著の論文『マーカー追跡に基づく拡張現実感システムとそのキャリブレーション』(日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.4, No.4, 1999)には、平行四辺形の各頂点に配置された4つのマーカを基に平行四辺形の3次元位置及び姿勢を計測する方法について記載されている。したがって、物体教示指標104に4つのマーカ105a～105dを平行四辺形状に配置することによって、加藤外著の論文で記述された方法に従って、物体教示指標104の位置・姿勢を数学的に算出することもできる。3点より4点の情報を用いた方が、より精度の高い計測が期待できるということを充分理解されたい。

【0095】図5には、図4に示した物体教示指標104を用いた場合の物体教示指標104の抽出、並びにその識別情報及び3次元位置・姿勢情報を取得するための処理手順をフローチャートの形式で示している。この処理手順は、図3に示した処理ルーチンのステップS2に相当し、実際には、CPU1が所定の物体教示指標の抽出、並びにその識別情報及び3次元位置・姿勢情報の取得処理アプリケーションを起動して、カメラ101からの入力画像を処理するという形態で実現される。以下、

このフローチャートを参照しながら、物体教示指標104の認識処理について詳解する。

【0096】カメラ101からの入力画像からマーカが抽出されると(ステップS11)、抽出されたマーカが3つかどうかを判定する(ステップS12)。これは、Robert外著の論文(前述)に記述された数学的算出方法によれば3点の画像座標から3次元位置及び姿勢を推定できることに依拠する。物体教示指標104上に3点以上のマーカを設置した場合、3次元位置及び姿勢を推定するアルゴリズムによっては、必要なマーカの数は3つ以上に設定してもよい。

【0097】ステップS12において、抽出されたマーカの数は3つと判定された場合には、次いで、Robert外著の論文(前述)に記述されている数学的算出方法に従い3次元位置及び姿勢を推定する(ステップS13)。

【0098】また、ステップS12及びS13における3次元位置及び姿勢の代替的な処理として、物体教示指標104上に平行四辺形を形成するように4つのマーカを配設しておき、カメラ101からの入力画像から平行四辺形状に4つのマーカを抽出することができたときに、加藤外著の論文(前述)に記載されている方法に従い、数学的算出により物体教示指標104の3次元位置及び姿勢を推定する。また、この場合で3つのマーカしか抽出できないときに、Robert外著の論文(前述)に記述されている数学的算出方法に従い3次元位置及び姿勢を推定するようにしてもよい。

【0099】次いで、物体教示指標104の識別情報を認識する(ステップS14)。物体教示指標104には型番などの識別情報が例えば文字情報の形式で明記されているので、これを文字認識技術などを用いて認識する。あるいは、物体教示指標104には文字ではなくバーコードやその他のビジュアル・コードの形式で識別情報が明記されている場合には、そのパターン認識によって識別情報を認識することも可能である。

【0100】一方、ステップS12において、抽出されたマーカの個数が3つに満たないと判定された場合には、物体教示指標104の識別は不可能という結果を返して、本処理ルーチンを終了する。

【0101】上述したように、カメラ101及び複合現実感表示装置102からなる本実施形態に係るシステムによれば、物体教示指標104からその識別情報及び3次元位置・姿勢情報を同時に取得することができる。

【0102】図4に示したように物体教示指標104に複数のマーカ105a～105cを設置するのは、カメラ101による撮像画像に対する物体教示指標104の3次元位置及び姿勢を推定したいため(言い換えれば、物体認識においてカメラ101が持つ空間的分解能を活用したいため)である。したがって、物体教示指標104の認識において3次元位置及び姿勢が必要でない場

合、例えば、画像データ中の物体教示指標104の位置に識別情報に対応した2次元画像を単に重ねて表示する場合には、識別情報を得るための単一のマーカのみを物体教示指標104に配設しておけば充分である。

【0103】また、物体教示指標104にマーカ105が1つであっても、カメラ101を複数用いることによって、三角測量の原理(周知)より物体教示指標104の3次元位置および姿勢を推定することが可能である。

【0104】(2)構成例2:図6には、物体教示指標104の他の構成例を示している。同図において、物体教示指標104の各頂点に配設されているマーカは、色、形状、パターンなどの静的な光学識別情報の代わりに、パルス発信が可能なLEDなどの光源105a'～105c'が設置されている。これらの光源はそれぞれ識別可能なようにIDを持っており、各IDに応じた点滅パターンに従って、光源を点滅させる。また、各光源105a'～105c'は、ID以外の送信データを点滅パターンに符号化して送信することもできる。

【0105】また、物体教示指標104の略中央には、対応する実物体に関連した情報(例えば、製品型番の文字情報など)が明記(印字)されている。但し、各光源105a'～105c'のIDと物体教示指標の識別情報をともに点滅パターンに符号化して同時に送信することも可能である。例えば、8ビットのデータを送信する場合、上位6ビットを物体教示指標104が持つ識別情報に割り当て、下位2ビットを各光源105a'～105c'のIDに割り当てることができる。このような場合、物体教示指標104本体への情報の印字(並びに印字情報の画像認識)を省略することができる。

【0106】複合現実感表示装置102に接続されているカメラ101は、例えばCMOSセンサやCCDセンサなどのように、無数の受光素子すなわち画素が2次元アレイ上に配置されたイメージ・センサ(図示しない)を備えており、物体教示指標104上の点滅光源からなる各マーカ105a'～105c'に対して空間的な分解能を持つ。そして、カメラ101で捕捉される動画像を基に各光源105a'～105c'の点滅パターンを空間的に認識して、それぞれの点滅パターンの受光位置及び点滅パターンによって表されるIDを認識することができる。

【0107】このように各マーカ105a'～105c'がLEDのように光の点滅するデバイスで構成されている場合、各マーカ105a'～105c'は、データを点滅パターンなどの時系列の光学信号に符号化して送信することができる。このような場合、各マーカ105a'～105c'を備えた物体教示指標104は、単に実物体の識別情報や空間的な位置や姿勢を計測するための指標としてだけでなく、送信装置としても機能することができる。また、光学信号は距離に応じてデータが変化しないことから、距離に関しロバストなデータ伝

送を行なうことができる。このような光の点滅パターンを利用したデータ通信システムに関しては、本出願人に既に譲渡されている特願2001-325356号明細書(前述)に開示されている。

【0108】図7には、物体教示指標104が各マーカ105a'～105c'として3個の発光ダイオードを装備したときのカメラ101及び複合現実感表示装置102側での動作特性を模式的に示している。それぞれの発光ダイオード105a'～105c'は識別情報等の送信したいデータを光の点滅パターンに符号化して光学信号として送出することができる。勿論、送信データからなるベースバンド信号をそのまま光の点滅パターンで表してもよいし、あるいは周波数変調や振幅変調などの変調処理を施した後に光学信号を出力するようにしてもよい。

【0109】この場合、各発光ダイオードの点滅パターンは、集光レンズ系(図示しない)によってカメラ101側の2次元イメージ・センサの受光面上に結像されて、物体教示指標104の実空間上の位置や姿勢に対応した位置の受光素子で検出される。

【0110】例えば、イメージ・センサが持つ2次元受光面において各発光ダイオード105a'～105c'の点灯光が結像される受光素子(画素)の座標値をそれぞれ(10, 10)、(90, 90)、(40, 70)とすると、各画素位置では対応する発光ダイオードの点滅パターンが受光強度(明るさ)の時間的変化として検出される。受光強度を所定の閾値で2値化処理することにより、元の送信データに相当する1/0のビット列を復元することができる。

【0111】このように、複合現実感表示装置102は、カメラ101によって測定対象物体101を含んだシーンの撮影画像を全画素でデコードすることによって、各マーカ105a'～105c'から送出される光学信号、並びに物体教示指標104の空間的情報をすらすらと検出することができる。すなわち、光学信号により物体教示指標104との間でデータ伝送を行なうことができるとともに、空間的情報が意味する実世界状況に基づく拡張現実サービスを提供することができる。

【0112】図8には、図6に示した物体教示指標104を用いた場合の物体教示指標104の抽出、並びにその識別情報及び3次元位置・姿勢情報を取得するための処理手順をフローチャートの形式で示している。この処理手順は、図3に示した処理ルーチンのステップS2に相当し、実際には、CPU1が所定の物体教示指標の抽出、並びにその識別情報及び3次元位置・姿勢情報の取得処理アプリケーションを起動して、カメラ101からの入力画像を処理するという形態で実現される。以下、このフローチャートを参照しながら、物体教示指標104の認識処理について詳解する。

【0113】まず、カメラ101からの入力画像を画像

処理して、点滅パターンの抽出、並びに点滅パターンによって表される送信データのデコードを行なう（ステップS21）

【0114】次いで、抽出された点滅パターンが3つかどうかを判定する（ステップS22）。これは、Robert外著の論文（前述）に記述された数学的算出方法によれば3点の画像座標から3次元位置及び姿勢を推定できることに依拠する。

【0115】ステップS22において、抽出されたマークの数は3つと判定された場合には、次いで、Robert外著の論文（前述）に記述されている数学的算出方法に従い3次元位置及び姿勢を推定する（ステップS23）。また、点滅パターンの形式で物体教示指標104からデータが送られてくる場合には、そのデコード結果と統合して、3次元位置及び姿勢を推定するようにしてもよい。

【0116】また、ステップS22及びS23における3次元位置及び姿勢の代替的な処理として、物体教示指標104上に平行四辺形を形成するように4つの点滅光源を配設しておき、カメラ101からの入力画像から平行四辺形状に4つの点滅パターンを抽出することができたときに、加藤外著の論文（前述）に記載されている方法に従い、数学的算出により物体教示指標104の3次元位置及び姿勢を推定する。

【0117】次いで、物体教示指標104の識別情報を認識する（ステップS24）。物体教示指標104には型番などの識別情報が例えば文字情報の形式で明記されているので、これを文字認識技術などを用いて認識する。あるいは、物体教示指標104には文字ではなくバーコードやその他のビジュアル・コードの形式で識別情報が明記されている場合には、そのパターン認識によって識別情報を認識することも可能である。

【0118】また、点滅パターンの形式で物体教示指標104からデータが送られてくる場合には、ステップS24では、そのデコード結果と統合して、識別情報を認識するようにしてもよい。

【0119】あるいは、各光源105a'～105c'により点滅パターンの形式で送信されるIDのみで情報が伝達され、物体教示指標104に情報の印字がない場合には、ステップS24では各光源105a'～105c'における点滅パターンのデコード結果のみにより識別情報の認識を行なう。例えば、各光源105a'～105c'からは上位6ビットを物体教示指標104が持つ識別情報に割り当て、下位2ビットを各光源105a'～105c'のIDに割り当てた8ビットのデータが送信されており、これをデコード処理する。

【0120】図9には、図6に示した物体教示指標104の変形例を示している。同図において、物体教示指標104の各頂点には、パルス発信が可能なLEDなどの光源105a'～105c'が設置されている。また、

物体教示指標104の略中央には、対応する実物体に関連した情報（例えば、製品型番の文字情報など）を印字する代わりに、これらの情報を光の点滅パターンに符号化して送信する光源106が追加して配設されている。

【0121】このような場合、複合現実感表示装置102側では、カメラ101からの入力画像を基に、光源106の点滅パターンを空間的に認識することによって、物体教示指標104における識別情報をデコードすることができる。

【0122】（3）構成例3：図10には、物体教示指標104の他の構成例を示している。同図に示す物体教示指標104の光学的な識別情報は、「サイバーコード（Cybercode）」で構成されている。

【0123】このサイバーコードは、2次元的なビジュアル・コードの一種であり、サイバーコードの所在を表すための「ガイド・バー表示領域」と、2次元状のコード・パターンを表示する「コード・パターン表示領域」とで構成されてモザイク状の模様をなす。コード・パターン表示領域内は、n×mマトリックス（同図では7×7）に配列されたセルで構成され、各セルを白又は黒の2値表現することで識別情報を付与することができる。但し、コード・パターン表示領域の4隅のコーナー・セルは、識別情報としてではなく位置合わせ（Image Registration）パターンとして、常に黒パターンとなっている。

【0124】サイバーコードの認識手順は、撮像画像を2値化するステップと、2値画像中からガイド・バー1002の候補を発見するステップと、ガイド・バー1002の位置や方向に基づいてコーナー・セル1003を

探索するステップと、ガイド・バー1002及びコーナー・セル1003を検出したことに応答して画像ビットマップ・パターンを復号化するステップとに大別される。さらに、エラービットの検査を行うことで、撮像画像中に正しいサイバー・コードが含まれていることを確認して、該コードの識別情報や位置情報を導出することができる。また、コーナー・セル1003の位置に基づいて、カメラやオブジェクトの傾きによって生じる歪みを算出して補償することができる。

【0125】サイバーコードの詳細については、例えば、本出願人に既に譲渡されている特開2000-82108号公報（「2次元コード認識処理方法、2次元コード認識処理装置、および媒体」）にも開示されている。

【0126】図11には、図10に示した物体教示指標104を用いた場合の物体教示指標104の抽出、並びにその識別情報及び3次元位置・姿勢情報を取得するための処理手順をフローチャートの形式で示している。この処理手順は、図3に示した処理ルーチンのステップS2に相当し、実際には、CPU1が所定の物体教示指標の抽出、並びにその識別情報及び3次元位置・姿勢情報

の取得処理アプリケーションを起動して、カメラ101からの入力画像を処理するという形態で実現される。以下、このフローチャートを参照しながら、物体教示指標104の認識処理について詳解する。

【0127】まず、カメラ101からの入力画像の2値化処理を行ない（ステップS31）、次いでこの2値化画像中からガイド・バー1002の候補を抽出する（ステップS32）。そして、ガイド・バー1002が抽出されたかどうかを判定する（ステップS33）。

【0128】ガイド・バー1002が抽出されたならば、後続のステップS34へ進み、ガイド・バー1002の位置や方向を基準にして、さらにコーナー・セル1003を探索する。そして、コーナー・セル1003が抽出されたかどうかを判定する（ステップS35）。

【0129】そして、コーナー・セル1003を抽出することができたならば、さらに後続のステップS36へ進んで、ガイド・バー1002及びコーナー・セル1003を検出したことに応答して画像ビットマップ・パターンを復号化して、物体教示指標1001の識別情報を取得する。

【0130】次いで、入力画像中で検出されたガイド・バー1002及びコーナー・セル1003の位置から物体教示指標1001のカメラ101に対する3次元位置及び姿勢を推定する（ステップS37）。

【0131】ここで、サイバーコードの4箇所のコーナー・セル1003の画像座標から3次元位置及び姿勢を推定するためには、例えば、加藤博一、Mark Billinghurst、浅野浩一、橋啓八郎共著の論文“マーカー追跡に基づく拡張現実感システムとそのキャリブレーション”（日本バーチャルリアリティ学会論文誌、Vol.4、No.4、1999）（前述）に記載されているような、識別可能な平行四辺形の4頂点に基づいてその3次元位置及び姿勢を数学的に算出する方法を適用することができる。

【0132】なお、図4に示した構成の物体教示指標104では、各コーナー・セル1003を単体では識別することはできないが、ガイド・バー1002との位置関係を用いると識別することができ、同様の手法により3次元位置及び姿勢を推定することが可能である。

【0133】一方、ステップS33においてガイド・バー1002を発見することができなかった場合、及びステップS35においてコーナー・セル1003を認識することができなかった場合には、物体教示指標104の3次元位置及び姿勢の取得が不能である旨の結果を返して、本処理ルーチン全体を終了する。

【0134】C. 画像データの合成

B項で示したような方法によって、現実空間に配置した物体教示指標104の識別情報及びカメラ101に対する3次元位置・姿勢を取得することができる。さらに、仮想空間において、検出した識別情報に対応する3次元モデルを、物体教示指標104から求められた3次元位

置・姿勢に配置することによって、複合現実空間を作成することができる。

【0135】家具、家電製品、インテリアなど、製品毎に物体教示指標104を作成することが望ましい。例えば、図12に示すような商品パンフレット1201の一部に物体教示指標1202を貼り付ける。

【0136】消費者は、例えば訪れた店舗で、商品を購入しなくても、商品パンフレット1201だけを持ち帰ればよい。そして、自宅の部屋の所望の位置に、該当する商品についての物体教示指標1202を配置して、カメラ101で室内の風景を撮影する。

【0137】この撮影画像を複合現実感表示装置102に投入すると、現実空間に配置した物体教示指標104の識別情報及びカメラ101に対する3次元位置・姿勢を取得する。さらに、仮想空間において、検出した識別情報に対応する商品の3次元モデルを、物体教示指標104から求められた3次元位置・姿勢に配置することによって、複合現実空間画像を作成して、画面表示装置103に出力する。この結果、消費者は、実際に商品を室内に配置することなく、複合現実空間画像の表示出力を基に、商品のサイズや色など、部屋との調和を購入前に確認することが可能となる。

【0138】このような仮想空間上に3次元モデルを合成する処理は、図3に示したフローチャートのステップS7で行われる処理に相当する。以下、画像データと3次元モデルの合成方法について、再び図3を参照しながら説明する。

【0139】まず、カメラ101から入力された画像データを出力画像に相当するフレームバッファに描画する（ステップS1）。このとき、入力画像の大きさと出力画像の大きさが異なる場合には、入力画像を縮小又は拡大して、出力画像の大きさに合わせる。

【0140】次いで、物体教示指標の抽出、その識別情報、3次元位置・姿勢情報の取得処理ルーチンにより、撮影された画像データ中の物体教示指標104を抽出して（ステップS2、S3）、さらに、抽出された物体教示指標104の識別情報に対応した実物体（家具、家電製品、インテリアなど）についての3次元モデルを取得する（ステップS4）。

【0141】次いで、ステップS4で取得された3次元モデルを、カメラ101の入力画像で示される現実空間上でステップS2で取得された3次元位置・姿勢に配置して（ステップS6）、レンダリングする。このとき、画角などといった仮想空間上のカメラの属性を現実世界のカメラの属性（カメラの種類やレンズ歪など）に合わせなければならない。

【0142】このようにして入力画像が表す現実空間上に仮想的な3次元モデルを重ねて表示することによって、複合現実空間画像を作成することが可能である。

【0143】上記の方法では、入力画像上に3次元モ

ルを重ねて描画しているだけである。このため、例えば図13に示すように、カメラ101と物体教示指標104の間にユーザの手などの障害物がある場合（但し、物体教示指標104のマーカ105a～105cは手で隠れていないものとする）、合成画像A03は、図示のように、手の上に仮想物体A02が表示され、不自然な画像になる。

【0144】一方、例えば"Entertainment Vision Sensor"のようなカメラからの距離情報を検出できる3次元計測機能を搭載したイメージセンサを用いた場合には、画像データと同時にカメラに対する物体の距離情報を取得することができるので、上記の問題を回避することができる。あるいは、カメラ101に対する物体教示指標104の位置関係が既知である空間内では、カメラ101からの距離情報に基づいて描画する物体を判断することができるので、同様に上記の問題を回避することができる。

【0145】つまり、各画素を描画する際に最もカメラに近い物体を選択し描画することによって、図14に示すような自然な合成画像B01を得ることが可能である。

【0146】なお、"Entertainment Vision Sensor"は、1チップでカラー動画像と3次元距離情報の両方を、毎秒15フレーム又は30フレームで取得可能な高機能CMOSイメージ・センサである。これら動画像と距離情報を同時に利用することにより、画像認識、物体認識、動き検出など、これまで外部に複雑な情報処理を必要としていた機能を小規模なシステムで実現することができます。これにより、PC、ゲームなどのユーザ・インターフェースや3次元モデリング、ロボットの障害物検知・人物検知、セキュリティ・システムにおける個人認証、テレビ電話の画像抽出機能など、さまざまな分野において多様なアプリケーションを提供することができる（<http://www.sony.co.jp/SonyInfo/News/Press/>）。

【0147】【追補】以上、特定の実施形態を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施形態の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、本明細書の記載内容を限定的に解釈するべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参照すべきである。

【0148】

【発明の効果】以上詳記したように、本発明によれば、コンピュータやネットワーク上で実装された仮想空間上で実世界の様相を組み込むことができる、優れた複合現実感表示装置及び方法、記憶媒体、並びにコンピュータ・プログラムを提供することができる。

【0149】また、本発明によれば、ユーザが存在する

場所や実世界オブジェクトの実空間上の位置・姿勢などの実世界状況を積極的に利用して仮想空間を現実世界に拡張することができる、優れた複合現実感表示装置及び方法、記憶媒体、並びにコンピュータ・プログラムを提供することができる。

【0150】また、本発明によれば、現実空間に実物体を配置することなく実物体の大きさや色などといった外観と周囲環境との調和が図られた仮想現実世界をユーザに提示することができる、優れた複合現実感表示装置及び方法、記憶媒体、並びにコンピュータ・プログラムを提供することができる。

【0151】また、本発明によれば、実物体を模倣した仮想物体を現実空間に合成して表示することができる、優れた複合現実感表示装置及び方法、記憶媒体、並びにコンピュータ・プログラムを提供することができる。

【0152】本発明に係る複合現実感表示装置によれば、実空間上のシーンに仮想物体が合成された複合現実感画像を基に、家庭内の家具や電化製品、インテリアなどが部屋の大きさに合っているのか、部屋や他の家具などの色と調和しているのかなどを、実際に購入する前に判断することができる。また、家具や電化製品、インテリアなどの仮想物体以外の室内の風景や物体は、カメラから取り込まれた現実の画像をそのまま利用する。すなわち、現実空間について完全なモデルを作成あるいは入手する必要がなく、容易に拡張現実感画像を生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る複合現実感システムの構成を模式的に示した図である。

【図2】本実施形態に係る複合現実感装置102のハードウェア構成を模式的に示した図である。

【図3】複合現実感装置102上で実行される複合現実感表示の処理手順を示したフローチャートである。

【図4】物体教示指標104の1つの構成例を示した図である。

【図5】図4に示した物体教示指標104を用いた場合の物体教示指標の抽出、並びにその識別情報及び3次元位置・姿勢情報を取得するための処理手順を示したフローチャートである。

【図6】物体教示指標104の他の構成例を示した図である。

【図7】物体教示指標104が各マーカ105a'～105c'として3個の発光ダイオードを装備したときのカメラ101及び複合現実感表示装置102側での動作特性を模式的に示した図である。

【図8】図6に示した物体教示指標104を用いた場合の物体教示指標104の抽出、並びにその識別情報及び3次元位置・姿勢情報を取得するための処理手順を示したフローチャートである。

【図9】図6に示した物体教示指標104の変形例を示

した図である。

【図10】物体教示指標104の他の構成例を示した図である。

【図11】図10に示した物体教示指標104を用いた場合の物体教示指標104の抽出、並びにその識別情報及び3次元位置・姿勢情報を取得するための処理手順を示したフローチャートである。

【図12】複合現実感画像の構成例を示した図である。

【図13】複合現実感画像の構成例を示した図である。

【図14】複合現実感画像の構成例を示した図である。

【符号の説明】

1…CPU

2…主メモリ、3…ROM

4…ディスプレイ・コントローラ

5…入力機器インターフェース

6…ネットワーク・インターフェース

7…外部機器インターフェース

8…バス、9…カメラ・インターフェース

10…ディスプレイ

11…キーボード、12…マウス

13…ハード・ディスク装置

14…メディア・ドライブ

15…カメラ

101…複合現実感装置

102…画像表示装置

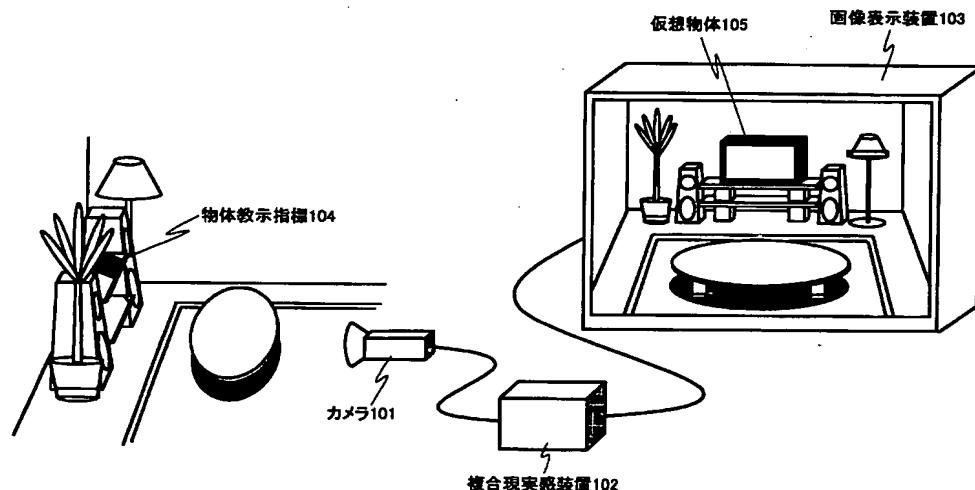
103…物体教示指標

105a～105c…マーカ

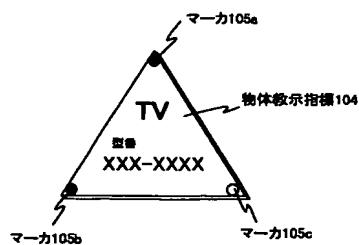
105a'～105c'…マーカ(光源)

106…光源

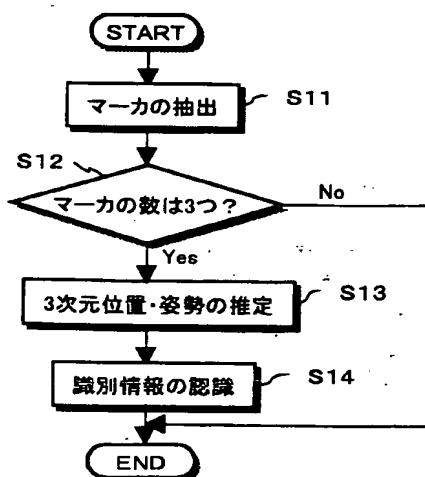
【図1】



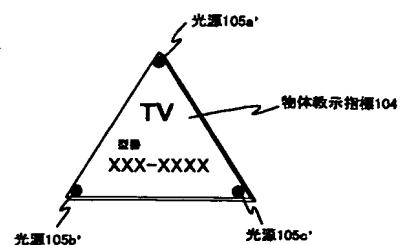
【図4】



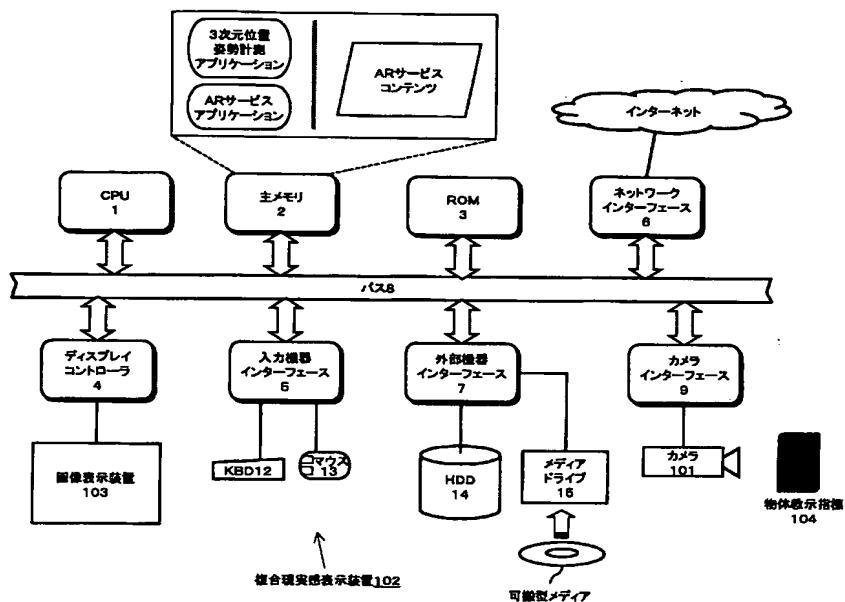
【図5】



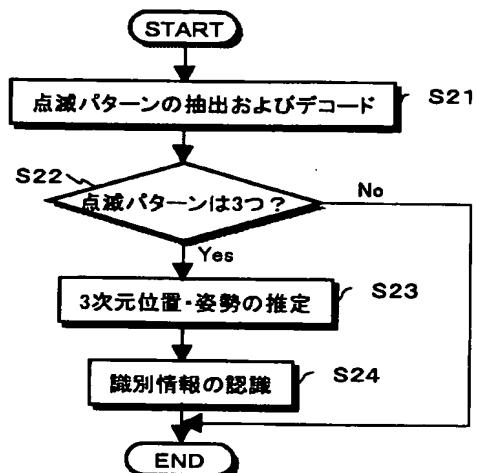
【図6】



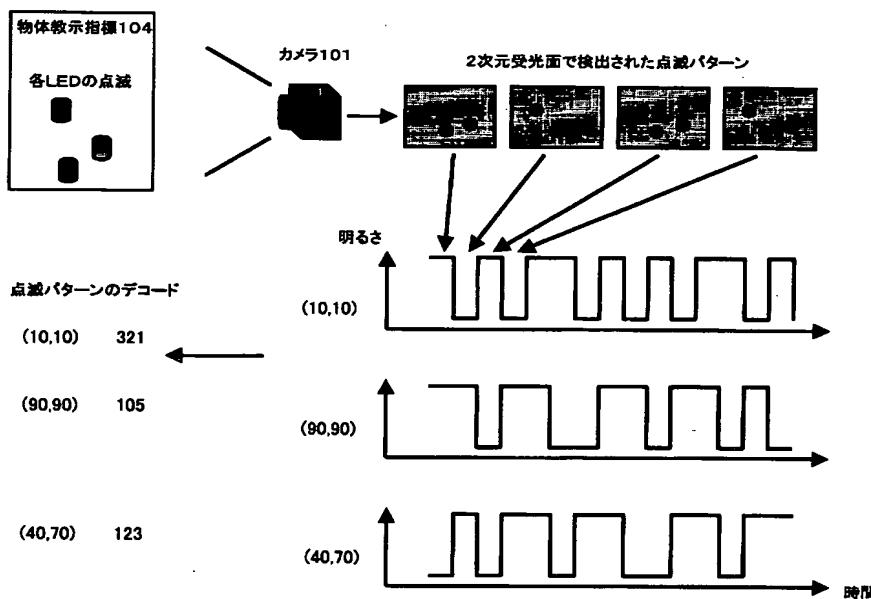
【図2】



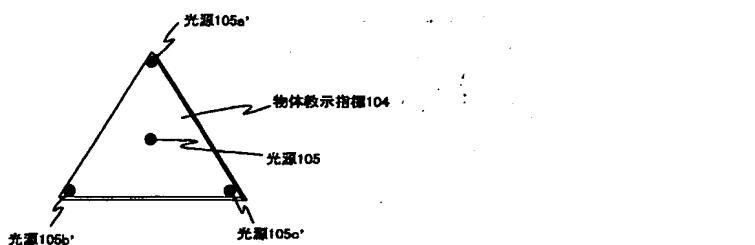
【図8】



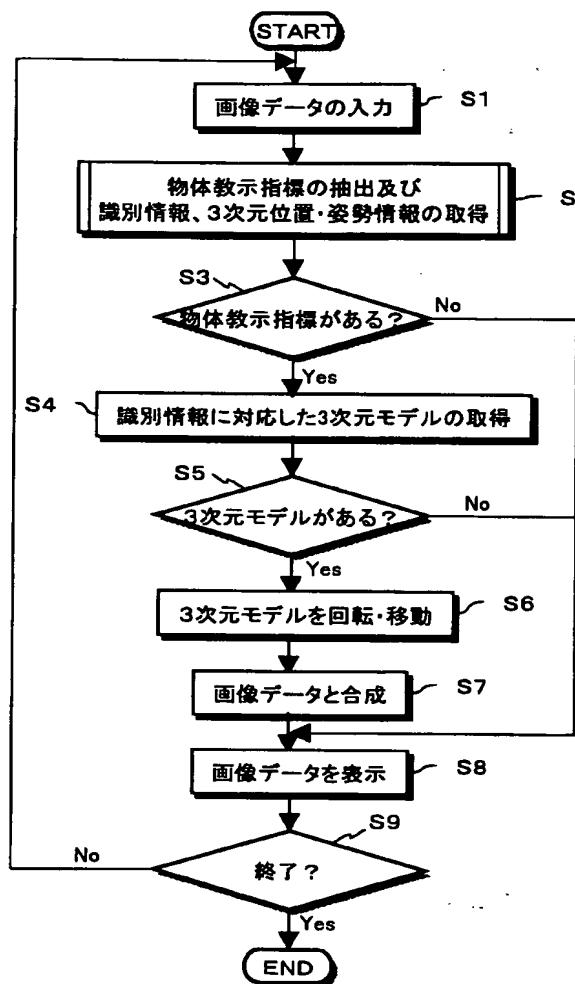
【図7】



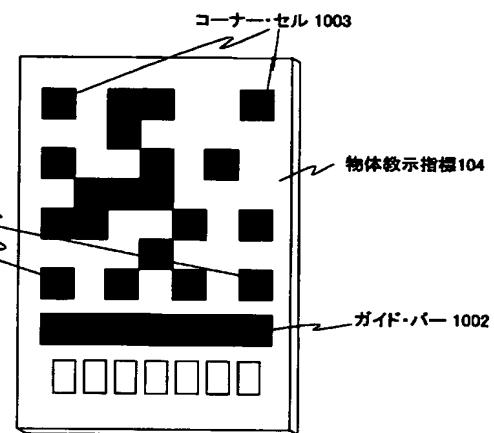
【図9】



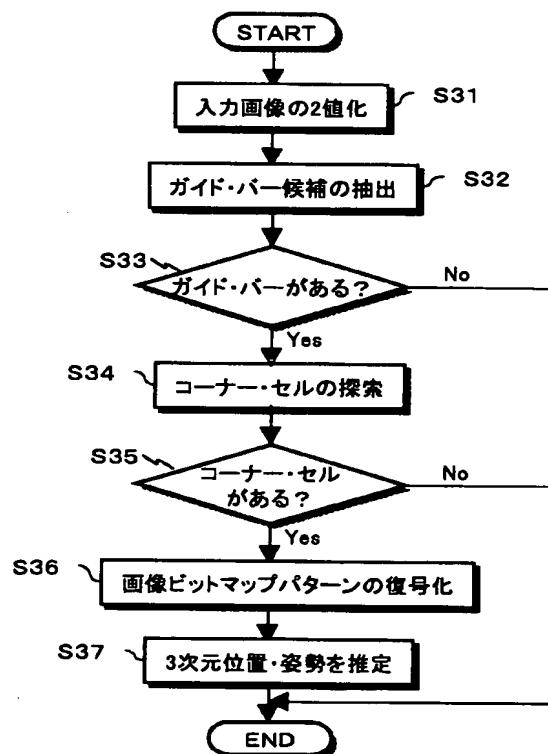
【図3】



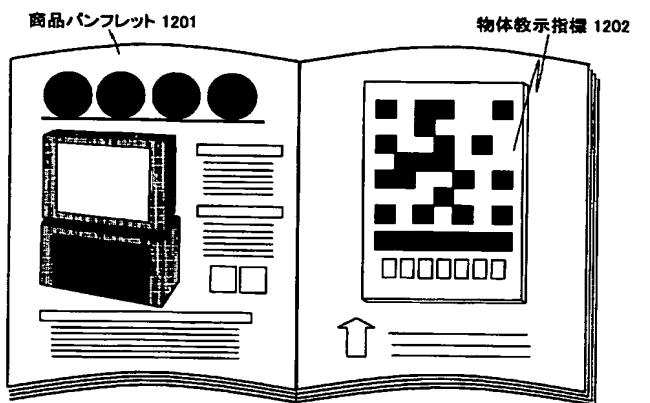
【図10】



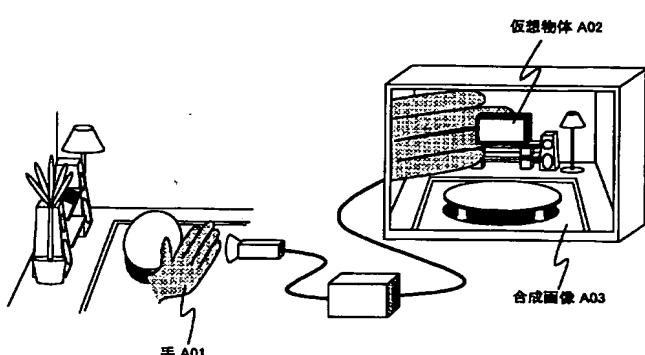
【図11】



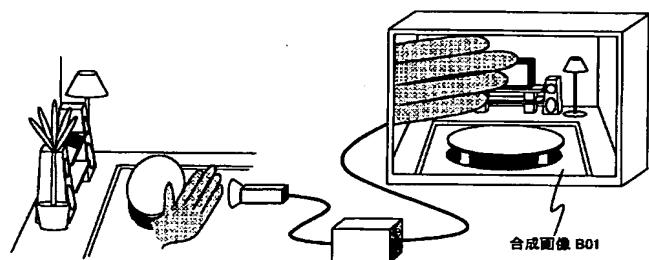
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F065 AA04 AA37 BB05 BB29 FF04
JJ03 JJ26 QQ31 UU05
5B050 AA10 BA07 BA08 BA11 BA13
BA18 CA07 CA08 DA02 DA04
DA10 EA06 EA07 EA19 FA02
FA05 FA08 FA13 FA19 GA04
5B057 BA02 CA01 CA08 CA12 CA13
CA16 CA17 CB01-CB08 CB13
CB16 CC01 CE08 CH07 CH08
CH11 CH12 CH18 DA02 DA07
DA16 DB03 DB06 DB09 DC08
DC09
5C023 AA03 AA04 AA10 AA11 AA38
BA02 DA02 DA03 DA08

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.